ANALIZA PROCESULUI DE USCARE A ŢESĂTURILOR. TRANSFERUL DE CĂLDURĂ ŞI MASĂ

Alina Gărău

Disciplina care poate trata complex procesul de uscare se poate corela şi angaja într-un tot unitar cu fizica, chimia, mecanica, e.t.c.

Proprietăţile şi caracteristicile tehnice ale materialelor textile se modifică odată cu variaţia umidităţii. Sorbţia şi desorbţia apei şi a vaporilor de apă determină o modificare în greutatea, volumul, grosimea, proprietăţile mecanice, energia internă, conductibilitatea termică şi electrică a fibrelor.

Când sorbţia are loc în straturile superficiale ale sorbantului, fenomenul se numeşte adsorbţie, spre deosebire de absorbţie, care se petrece în interior , intermolecular.

În privinţa comportării la sorbţie, fibrele de origine animală (lână, păr de capră, păr de cămilă, mătase) sunt superioare celorlalte pentru că sorb vapori de apă în cantităţi mai mari fără a-şi pierde din proprietăţi.

- Consideraţii generale asupra procesului de uscare

Eliminarea apei aderente rămasă în materialul textil în urma curaţirii umede şi a apei capilare, se poate realiza numai prin procesul de uscare. Acest lucru se realizează prin evaporarea în aerul înconjurător a apei de la suprafaţa materialului textil şi prin difuzia apei din interiorul fibrei la exterior şi aşa mai departe până la uscare.

Viteza uscării, care în unele cazuri este foarte importantă, depinde de umiditatea relativă a aerului şi temperatura materialului. Umiditatea relativă este raportul exprimat în procente între conţinutul de apă al aerului măsurat la temperatura respectivă şi al aerului saturat la aceeaşi temperaturăşi a cărui UR se consideră 100%.

Prin încalzire umiditatea relativă a aerului scade. De exemplu, un aer saturat la 20° C (UR 100%), încălzit la 80° C va avea umiditatea relativă de numai 5,9%. În acelaşi timp, creşte energia cinetico-moleculară şi tensiunea de vapori a apei din materialul textil. Toţi aceşti factori fac să crească viteza de evaporare a apei din material, deci viteza de uscare.

Uscarea textilelor muzeale se face în general la temperatura ambiantă, uscarea realizându-se mai repede atunci când sunt curenţi de aer (se face mai repede deoarece aerul în care se face evaporarea nu ajunge la saturaţie) ca şi atunci când temperatura aerului este mai ridicată (creşte tensiunea de vapori a apei din material), iar aerul devine mai uscat (umiditate relativă redusă).

Viteza de evaporare creşte cu cât suprafaţa de evaporare este mai mare.

Durata uscării depinde şi de cantitatea de apă rămasă în material după spălare şi care trebuie evaporată.

În cazul fibrelor naturale ea poate fi cuprinsă între 45-65%, iar la cele sintetice 20-30% raportată la materialul textil complet uscat.

În condiţii obişnuite, uscarea durează 6-8 ore şi chiar mai mult. În cazul unor materiale textile speciale operaţia de uscare trebuie să se desfăşoare într-un timp mult mai scurt.

Pentru a realiza o viteză de uscare mare, materialul textil este supus la un curent de aer cald cu temperatura de 80-100° C. Aerul cald în acest caz are rolul de a încălzi materialul textil şi de a transporta vaporii de apă rezultaţi. Alte metode sunt cele în care încălzirea materialului textil se obţine prin contact cu o suprafaţă încălzită sau cu radiaţii infraroşii.

- Mecanismul procesului de uscare

Cunoaşterea tipurilor de transport de căldură şi masă în materialul supus uscării permite determinarea mecanismului procesului de uscare.

În perioda de viteză constantă de uscare, rolul principal îl joacă circulaţia simultană a căldurii şi masei în stratul limitrof.

În această perioadă, umiditatea este adusă la suprafaţa materialului în special sub formă lichidă. Circulaţia umidităţii este provocată de forţe capilare sau de diferenţa de presiune interioară, în funcţie de tipul materialului.

În perioada descrescândă de viteză de uscare, rolul principal îl joacă condiţiile de transport în interiorul materialului. O importanţă tot mai mare capătă şi circulaţia umidităţii în fază gazoasă.

Un mecanism ipotetic de circulaţie a căldurii şi masei în ultimul stadiu al procesului de uscare a unui material capilaro-poros (textil) este cel în care umiditatea lichidă apare în stare pendulară care poate fi definită ca o stare a umidităţii care apare inconstant în locul de îngustare a capilarelor.

Să admitem că în primul moment curburile ambelor meniscuri ale elementelor lichidului sunt egale.Dacă în sistem apare un gradient de temperatură, el va crea un gradient al presiunii vaporilor de umiditate. În acest caz va interveni o circulaţie a vaporilor.

După cum se expune într-o serie de lucrări, un material supus uscării poate fi împărţit în trei zone: una uscată, o zonă de evaporare şi zona umedă. În zona uscată, umiditatea se deplasează numai sub formă de vapori, iar în zona umedă va avea loc în special circulaţia umidităţii lichide. Ambele tipuri de transport apar în zona de evaporare.

Caracterul desfăşurării procesului de uscare poate fi urmărit foarte uşor pe baza graficelor întocmite de obicei în următoarele sisteme de coordonate:

-umiditatea materialului – durata uscării
-viteza de uscare – umiditatea materialului
-temperatura materialului – umiditatea materialului

Datele pentru trasarea curbelor se obţin în laborator prin măsurători asupra unui eşantion de material.

- Transferul de căldură şi masă în procesul de uscare

Căldura poate fi adusă la suprafaţa materialului supus uscării cu ajutorul radiaţiilor termice, convecţiei sau conducţiei. În majoritatea cazurilor transferul are loc prin intermediul tuturor acestor modalităţi, cu preponderenţă mai mică sau mai mare a uneia dintre ele.

In timpul uscării, are loc un transfer simultan de căldură si masă atât în interiorul firului textil cât şi în stratul limită de la suprafaţa dintre faze. În timpul contactului dintre materialul umed (fire) şi aerul încălzit care-l înconjoară, apa de la suprafaţă se evaporă. Transferul de masă care are loc în timpul procesului de evaporare a lichidului, în direcţie perpendiculară pe direcţia fluxului de agent de uscare (aer), influenţează starea stratului de lângă perete, ceea ce datermină modificări ale valorii coeficientului de transfer al căldurii. Lichidul evaporat pătrunde în mediul ambiant în urma difuziei.

Coeficienţii de transfer de căldură şi masă depind de forma şi dimensiunile geometrice ale suprafeţei de evaporare, de caracterul circulaţiei amestecului de vapori-gaze, presiune, temperatură, proprietăţi fizice ale lichidului şi gazului, concentraţia componenţilor în amestecul vapori-gaze, vibraţiile câmpului de circulaţie şi poziţia suprafeţelor de evaporare.

Relaţia dintre coeficienţiide transfer de căldură şi masă şi parametrii menţionaţi, se determină de obicei experimental.

Circulaţia umidităţii în materialul supus uscării poate avea loc în următoarele moduri:

- transfer prin difuzie care este modul principal de deplasare a umidităţii sub formă de vapori. El are loc în materialele capilaro-poroase în care dimensiunea caracteristică a spaţiilor libere este mai mare de 10;
- transfer prin efuzie, care are loc în zona în care circulaţia vaporilor se face într-un spatiu redus,caracteristic spaţiilor din materialul textil cu dimensiuni sub 10 (zona firului îmbibat cu apret);
- transfer prin forţe capilare;
- transfer prin presiune interioară: presiunea interioară este o urmare a existenţei încărcăturilor electrice pe particulele materialului respectiv, care astfel acţionează asupra sa. În perioada iniţială de uscare, toate particulele sunt separate între ele printr-o peliculă de lichid. Evaporarea umidităţii de pe suprafaţa materialului provoacă o contracţie a stratului superficial şi deci, o creştere a acţiunilor între particule, manifestată prin scăderea presiunii lângă suprafaţa corpului. Diferenţa de presiune care apare astfel, provoacă curgerea umidităţii spre suprafaţă, unde această umiditate se evaporă. Se formează un gradient al umidităţii în material, implicit şi un gradient al presiunii interioare;
- Transfer prin presiune osmotică întâlnit la produse coloidale (apret pe bază de amidon sau CMC);
- Termodifuzie: în prezenţa condiţiilor neizotermice, are loc o circulaţie a umidităţii sub influenţa gradientului suplimentar de concentraţie, provocat de gradientul de temperatură;

Căldura poate fi adusă la suprafaţa corpului supus uscării prin radiaţii termice, prin convecţie, conductibilitate (contact), prin cîmp de înaltă frecvenţă, prin cîmp de radiaţii infraroşii, etc.

La uscarea prin convecţie, transferul de căldură depinde de forma geometrică a materialului supus uscării, de căldura specifică, de viteza agentului de uscare (aer cald) şi masa specifică a acestuia. Pentru viteze ale agentului de uscare de 25 m/s, coeficientul de transfer atinge valori pînă la 251,4 kj / m h grad în cazul suprafeţelor plane.

La uscarea prin contact, coeficientul de transfer are valori de aproximativ 4190 kj / m h grad, a cărui valoare scade pînă la jumătate, ca urmare a formării unui strat de vapori între cele două suprafeţe de contact.

Uscarea prin radiaţie realizează un transfer bun de căldură dacă se obţine un coeficient ridicat de absorbţie a radiaţiilor, iar spectrul de emisie coincide pe cît posibil cu spectrul de absorbţie al materialului umed.

La uscarea în cîmp de înalta frecvenţă, căldura se formează în interiorul materialului supus uscării.

Căldura obţinută este cu atît mai mare cu cît coeficientul de pierdere al dielectricului este mai mare. În acest caz, fenomenul de suprauscare se evită mai uşor, deoarece, căldura ia naştere cu precădere în zonele umede unde coeficientul de pierdere al dielectricului este mai mare.

Concluzii

Procesul de uscare a materialelor textile în laboratorul de restaurare, trebuie să se realizeze întotdeauna sub o strictă supraveghere, avînd în vedere că în cele mai multe cazuri piesele textile aflate în laborator au o vechime relativ mare şi foarte des prezintă degradări fizico-mecanice ca şifonări, tociri, răriri, ruperi, deşirări, friabilitate, etc.

Condiţiile optime pentru o uscare fără riscuri a unei ţesături sunt: UR 55 % şi o temperatură de 22 grade C.

Există un pericol atunci cînd fibrele cedează din umezeală peste o anumită limită, începînd să se degradeze.

În cazul unor textile care prezintă migrare masivă de culoare în urma procesului de curăţire umedă, putem mări viteza de uscare folosind un uscător care să transporte vaporii de apă rezultaţi în timpul uscării. Curentul de aer poate avea o temperatură mai mare decât temperatura mediului ambiant numai în cazul în care vom considera că materialul textil nu prezintă pericol de degradare. Lâna, deşi are rezistenţă destul de mare la acţiunea căldurii este inferioară din acest punct de vedere bumbacului şi inului (temperaturi de degradare: bumbac-150° C, lînă-135° C, mătase-150° C).

Viteza de uscare creşte proporţional cu mărirea suprafeţei de evaporare, deci vom încerca să avem o suprafaţă cât mai mare de evaporare şi spaţiu cât mai deschis pentru ca aerul în care se face evaporarea să nu ajungă la saturaţie.

Viteza de uscare creşte şi dacă avem o cantitate mică de apă rămasă în materialul textil. Acest lucru îl realizăm tamponând materialul după curăţirea umedă cu hârtie de filtru.

Urmărind atent toţi factorii care influenţează procesul de uscare şi respectând toate principiile şi normele de restaurare ce se impun într-un laborator putem acţiona benefic asupra pieselor fără a le deteriora.

THE ANALYSIS OF THE DRYING PROCESS OF FABRICS. THE HEAT AND MASS TRANSFER.

The paper presents the ways of heat and mass transfer during drying , methods of increasing the rate of water evaporation from textils undergoing wet cleaning, proper conditions for riskfree drying of museum fabrics.

BIBLIOGRAFIE

1. N. Asandei, A. Grigoriu, **Chimia şi structura fibrelor**. Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1983.
2. A. Hristev, V. Falie, D. Manda, **Fizica**. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1981.
3. H. Maurus, I. Bucurenci, **Spălarea produselor textile şi detaşarea petelor**. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1978.